

特開平9-262210

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A61B 3/113			A61B 3/10	B
G02B 7/28			G03B 13/02	
G03B 13/02			G02B 7/11	N

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全13頁)

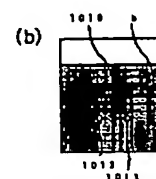
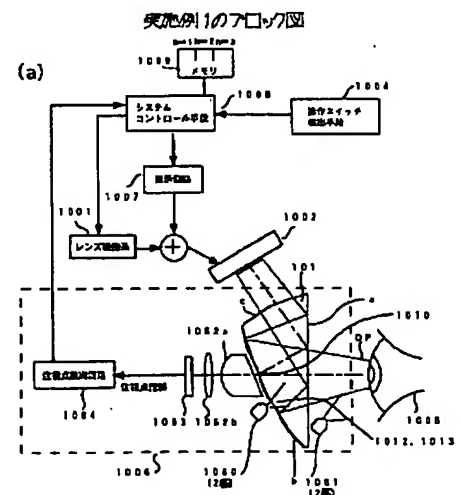
(21)出願番号	特願平8-74331	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成8年(1996)3月28日	(72)発明者	荒井 崇 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74)代理人	弁理士 丹羽 宏之 (外1名)

(54)【発明の名称】光学システム

(57) 【要約】

【課題】 眼球への照度不足で視線検出が不能となることのない光学システムを提供する。

【解決手段】 視線検出手段１００６における拡大観察用プリズム１０１の開口部に裸眼用赤外発光ダイオード１０６０を配置し、眼球１００５を照射するようにする。眼鏡用赤外発光ダイオード１０６１は、プリズム１０１の外側の眼球１００５側における、観察光学系のエリア外に配置し、眼球１００５を照射するようにする。このように、眼鏡用赤外発光ダイオード１０６１を眼球１００５近くに配置するので、ファインダから眼球１００５が離れていても眼球１００５への照度が不足することがなく、またプリズム１０１の開口部によるケラレもなく、視線検出を確実に行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 視線検出手段を備えた光学システムであって、観察光学系のエリア内に第 1 の眼球照明手段を、エリア外に第 2 の眼球照明手段を配置したことを特徴とする光学システム。

【請求項 2】 視線検出手段を備えた光学システムであって、ハーフミラーまたはダイクロイックミラー処理膜を施したプリズムにおける、ハーフミラーまたはダイクロイックミラー処理膜の背面に、第 1 の眼球照明手段を、前記プリズムの外側の眼球側に、第 2 の眼球照明手段を配置したことを特徴とする光学システム。

【請求項 3】 視線検出手段を備えた光学システムであって、開口部付きコーティング膜を有するプリズムにおける、開口部の背面に第 1 の眼球照明手段を、前記プリズムの外側の眼球側に、第 2 の眼球照明手段を配置したことを特徴とする光学システム。

【請求項 4】 視線検出手段を備えた光学システムであって、ハーフミラーまたはダイクロイックミラーの背面に第 1 の眼球照明手段を、眼球に最も近い光学部材の外側に、第 2 の眼球照明手段を配置したことを特徴とする光学システム。

【請求項 5】 視線検出手段を備えた光学システムであって、開口部付きコーティング膜を有するミラーにおける、開口部の背面に第 1 の眼球照明手段を、眼球に最も近い光学部材の外側に、第 2 の眼球照明手段を配置したことを特徴とする光学システム。

【請求項 6】 眼球照明手段は、赤外発光手段を用いることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の光学システム。

【請求項 7】 第 1 の眼球照明手段、第 2 の眼球照明手段のいずれかを点灯するかは、眼球位置により決定することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の光学システム。

【請求項 8】 光学システムは撮像装置であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の光学システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は視線検出手段を備えた、撮像装置等の光学システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】以前本出願人は、ビデオカメラのファインダ画面に例えばズーム、フェード等の機能を意味する指標を表示し、それを視線で選択させるいわゆる視線入

$$\theta x = \arcsin [[x_c - \{x_d + x_e\} / 2 + \delta x] / oc] \quad (3)$$

更にイメージセンサ 912 上に投影された各々の特徴点の座標を、(ダッシュ)をつけて(4)式に書き換え

$$\theta x = \arcsin [[x_c' - \{x_d' + x_e'\} / 2 + \delta x'] / oc / \beta] \quad (4)$$

となる。ここで β は結像レンズ 911 に対する眼球の距離 sze により決まる倍率で、実際は角膜反射像の間隔

力機能を既に提案している(特願平 4 - 202 号)。この原理を以下に説明する。

【0003】図 6 は視線検出の原理説明用の上面図、図 7 は視線検出の原理説明用の側面図である。

【0004】図において、906a, 906b は観察者に対して不感の赤外光を放射する発光ダイオード (IRED) 等の光源であり、各光源は結像レンズ 911 の光軸に対して x 方向 (水平方向) に略対称に (図 6)、また y 方向 (垂直方向) にはやや下側に (図 7) 配置され、観察者の眼球を発散照明している。眼球で反射した照明光の一部は結像レンズ 911 によってイメージセンサ 912 に結像する。図 5 (a) はイメージセンサ 912 に投影される眼球像の概略図であり、図 5 (b) はイメージセンサ 912 の出力強度図である。

【0005】以下各図を用いて視線の検出方法を説明する。

【0006】まず水平面で考えると、図 6 において光源 906b より放射された赤外光は観察者の眼球 908 の角膜 910 を照明する。この時角膜 910 の表面で反射した赤外光により形成される角膜反射像 d (虚像) は結像レンズ 911 により集光され、イメージセンサ 912 上の位置 d' に結像する。同様に光源 906a より放射された赤外光は眼球の角膜 910 を照明する。この時角膜 910 の表面で反射した赤外光により形成された角膜反射像 e (虚像) は、結像レンズ 911 により集光され、イメージセンサ 912 上の位置 e' に結像する。また虹彩 904 の端部 a, b からの光束は結像レンズ 911 を介してイメージセンサ 912 上の位置 a', b' に該端部 a, b の像を結像する。結像レンズ 911 の光軸に対する眼球 908 の光軸の回転角 θ が小さい場合、虹彩 904 の端部 a, b の x 座標を x_a, x_b とすると、 x_a, x_b はイメージセンサ上で多数点求めることができる (図 5 中の x 印)。そこでまず円の最小自乗法にて瞳孔中心 x_c を算出する。一方角膜 910 の曲率中心 o の x 座標を x_o とすると、眼球 908 の光軸に対する回転角 θx は、

$$oc * \sin \theta x = x_c - x_o \quad (1)$$

となる。また、角膜反射像 d と e の中点 k に所定の補正值 δx を考慮して x_o を求めると、

$$x_k = (x_d + x_e) / 2$$

$$x_o = (x_d + x_e) / 2 + \delta x \quad (2)$$

ここで δx は装置の設置方法、眼球距離等から幾何学的に求められる数値であり、その算出方法は省略する。よって、(2) 式を (1) 式へ代入し θx を求めると、

$$\theta x = \arcsin [[x_c - \{x_d + x_e\} / 2 + \delta x] / oc] \quad (3)$$

と、

$$\theta x = \arcsin [[x_c' - \{x_d' + x_e'\} / 2 + \delta x'] / oc / \beta] \quad (4)$$

| $x_d' - x_e'$ | の関数として求められる。

【0007】垂直面で考えると、図 7 のような構成とな

る。ここで2個のIRED906a, 906bにより生じる角膜反射像は同位置に発生し、これをiとする。眼球の回転角 θy の算出方法は水平面の時とほぼ同一であるが(2)式のみ異なり、角膜曲率中心oのy座標をy_oとすると、

$$\theta y = \arcsin [[y c' - (y i' + \delta y')] / o c / \beta] \quad (6)$$

となる。

【0008】更に、ビデオカメラのファインダ画面上の

$$x n = m * \arcsin [[x c' - \{ (x d' + x e') / 2 + \delta x' \}] / o c / \beta] \quad (7)$$

$$y n = m * \arcsin [[y c' - \{ (y i' + \delta y') \}] / o c / \beta] \quad (8)$$

となる。

【0009】図5(b)で明らかなように、瞳孔エッチの検出はイメージセンサ912出力波形の立下がり(x_{b'})、立上がり(x_{a'})を利用する。また、角膜反射像の座標は鋭い立上がり部(x_{e'})及び(x_{d'})を利用する。

【0010】次に視線検出機能を持つビデオカメラの例を説明する。

【0011】図8(a)は視線検出機能を持つビデオカメラの一例を示す構成概略図である。

【0012】図に示したビデオカメラは、ズームレンズを備え被写体を撮像するレンズ撮像系1001と、レンズ撮像系1001により撮像される被写体を観察するためのLCD(液晶表示器)等を有する表示素子1002と、拡大観察系を実現するための特殊プリズム1003と、撮影者の眼1005の視線を検出する視線検出手段1006と、フォーカスエリアの概略を表すAF枠、後述する視線スイッチの指標、その他テープカウンタや撮影モードなど撮影者に必要な情報等を表示素子1002へ表示する表示回路1007と、このカメラの各部を制御するシステムコントロール手段1008と、さまざまなデータを記憶するためのメモリ1009、ビデオカメラの機能を実行するための操作スイッチ検出手段1004を有して概略構成されている。

【0013】前記視線検出手段1006は、撮影者の眼1005に赤外光を照射する赤外発光ダイオード1060, 1061と、赤外光を集光する集光レンズ1062a, 1062bと、この集光レンズ1062により集光された赤外光を電気信号に変換するイメージセンサ(光電変換素子)1063と、このイメージセンサ1063上の撮影者の眼1005の像を基に、撮影者の表示素子1002上の注視点を求める注視点検出回路1064とを具備している。

【0014】次に、観察光学系の光学作用について説明する。表示素子1002からの光は第3の光学作用面cで、屈折透過し、第1の光学作用面aで全反射し、第2の光学作用面bの反射層で反射し、再び第1の光学作用面aを屈折透過し、観察者の視度に適した拡がり角(収束角、平行)の光束となり眼側に射出する。ここで、観察者の眼1005と表示素子1002の中心を結

$$y o = y i + \delta y \quad (5)$$

ここで δy は装置の配置方法、眼球距離等から幾何学的に求められる数値であり、その算出方法は省略する。よって垂直方向の回転角 θy は、

視線位置座標(x_n, y_n)はファインダ光学系で決まる定数mを用いると、水平面上、垂直面上それぞれ、

ぶ線を基本光軸として示している。観察者の視度に対する調整は、表示素子1002を、プリズム1003の光軸に沿って平行移動することにより可能となる。

【0015】視線検出系の光学作用について説明する。赤外発光ダイオード1060, 1061から発した光は、視線検出系の光軸とは異なる方向から観察者の眼を照明する。照明光は観察者の角膜、瞳孔で反射散乱され、角膜で反射した光は角膜反射像を形成し、瞳孔で散乱した光は瞳孔像を形成する。これらの光は、第2の光学作用面bに設けられた開口部1010を通して、結像レンズ系1062によりイメージセンサ1063上に結像される。イメージセンサ1063から得られる眼の画像は、前述した視線検出原理によって構成された注視点検出回路1064によって、注視点データをシステムコントロール手段1008へ出力することができる。

【0016】次にプリズム1003の光学作用について説明する。プリズム1003は、像性能と歪を補正し、テレセントリックな系とするために、3つの作用面をそれぞれ回転対称軸を有しない3次元曲面で構成するのが望ましく、ここでは、基本光軸を含み、紙面に平行な平面にのみ対称な曲面構造をしている。

【0017】結像レンズ系は、1062a, 1062bの2枚のレンズで構成されている。特に1062bのレンズは、くさび形状をしたレンズで、これにより結像レンズ系を、少ないレンズで構成することができ小型化に適している。このレンズの斜めの面に、曲率をつけることで、第2の光学作用面bで発生する偏心収差を有効に補正することができる。さらに、結像レンズ系には少なくとも非球面を1面設けると、軸外の結像性能を補正する上で有効である。結像レンズ系の絞りは、第2の光学作用面bに設けた開口部に近いほうが、開口部1010を小さくすることができ、観察光学系の中抜け(像の部分抜け)を防ぐのに有効であり、できれば開口部と絞りが一致しているのが望ましい。開口部は、2mmより小さく設定したほうが、眼の瞳孔より小さくなり、さらに観察光学系に対する中抜けを防ぐのに有効である。眼を照明する光は、視感度の低い光がよいので、赤外光を使用している。この時、結像レンズ系に可視光をカットする部材のレンズを少なくとも1個設けると、視線の検出精度を向上することができる。

20

30

40

50

【0018】また、照明光源を、プリズム1003をはさんで眼と反対側に配置すると、プリズム1003の屈折力を強くし、高視野化した場合でも、眼を適切に照明することができるので望ましい。この時は、第2の光学作用面bの反射層の光源の部分に開口部を設ける。赤外発光ダイオード1060、1061から発した光は、第2の光学作用面bの開口部を透過し、第1の光学作用面aを透過し、視線検出系の光軸と異なる方向で観察者の眼を照明する。なお赤外発光ダイオード1060、1061は、図示の都合で開口部と離して表示しているが、

実際は開口部に近接ないし密着しており、観察光学系のエリア内に配置しているともいえる。

【0019】ここで、前記赤外発光ダイオードは、異なる配置で裸眼用と眼鏡用を使い分けている。裸眼用2個(1060)は、光軸からやや離れた下部から同一高さで、光軸対称に狭い幅で左右1個ずつ、眼鏡用2個(1061)は、光軸からかなり離れた下部から同一高さで、光軸対称に広い幅で左右1個ずつ配置されている。その理由は3つであり、1つは、眼球距離によって、より良い照明条件を得るためで、できるだけ眼の検出エリアを均等に照明するような位置になっている。2つめは、前記角膜反射像が、瞼でケラレないように高さにする必要があるため、裸眼用赤外発光ダイオード1060は、眼鏡用赤外発光ダイオード1061に比べて、高い位置にある。3つめは、赤外光が眼鏡に反射してできるゴーストが、検出に影響の少ない周辺部に現れるようにするため、眼鏡用赤外発光ダイオード1061は、眼鏡用1060より、左右、下に離れた位置にある。なお、眼球と眼鏡の判別は、角膜反射像の間隔 $|x_d' - x_e'|$ から、眼球とプリズム103の距離を算出することで行う。また、この距離が所定値内の時は裸眼用赤外発光ダイオード1060を点灯し、所定値以上の時は眼鏡用赤外発光ダイオード1061を点灯して視線検出を行う。

【0020】図8(b)は前記プリズム1003を側面から見た図である。ここで、前記光学作用面bは、反射用のミラーコーティングが施されているが、前記結像系、及び赤外発光ダイオード(1060、1061)用の開口部、すなわちミラーコーティング未処理部(1010は結像用、1012、1013は裸眼用、1014、1015は眼鏡用)が設けられている。前述したように、これらはファインダ観察系に影響のない程度に小さいものであり、2mm以下が望ましい。なお、ミラーコーティングは、可視光を反射し赤外光を通すダイクロイックミラー、或は可視光の一部を反射するハーフミラーを構成する。イメージセンサ1063面は暗いのでハーフミラーを用いても表示素子1002の観察に支障はない。

【0021】注視点検出回路1064は、イメージセンサ1063上の撮影者の眼1005の像を基に、前述し

た原理や、特開平1-241511号公報、特開平2-32312号公報等によって開示されたアルゴリズムに従い撮影者の表示素子1002画面上の注視点を求めるものである。

【0022】ここで本実施例のビデオカメラのファインダに搭載されている視線スイッチの機能について説明する。この表示素子1002の表示例の模式図を図9に示す。

【0023】同図に示すように、アルファベット「W」、「T」、「F」で示す、互いに異なる動作機能を意味する指標91(91a、91b、91c)からなるメニューが表示されている。ここで例えば「W」はワイド側へのズーミング、「T」はテレ側へのズーミング、「F」はフェードの動作をそれぞれ示すものとする。また右下の数字92は視線スイッチの機能ではなく例えば日付等である。次にシステムコントロール手段1008の動作を説明する。注視点検出回路1064は、常に撮影者の視線座標を検出し、システムコントロール手段1008へ出力している。ここで、撮影者が、「T」表示を注視したとする。システムコントロール手段1008は、範囲 β の中に、所定時間注視点が入ったかを判断し、所定時間注視点が入った場合、範囲 β から注視点がはずれるまで、テレ側へのズーミングを実行すべく、レンズ撮像系へ信号を送る。システムコントロール手段1008「W」、「F」についても同様である。

【0024】次に、視線オートフォーカスについて説明する。

【0025】この表示素子1002の表示例の模式図を図10に示す。

【0026】同図において、101はフォーカスエリアの概略を表す視線AF枠であり、注視点座標位置に表示され、このエリア内の被写体に合焦する。次にシステムコントロール手段1008の動作を説明する。注視点検出回路1064は、常に撮影者の視線座標を検出し、システムコントロール手段1008へ出力している。ここで、撮影者が図10における人物を注視したとする。システムコントロール手段1008は、前記注視点座標に基づいてレンズ撮像系へ信号を送り、フォーカスエリアを指定すると共に、表示回路1007へも注視点座標信号を送り、表示素子1002の画面内にAF枠を表示させる。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の従来例では、照明手段の位置が眼球から遠いため、特に眼鏡使用時など眼球がファインダから離れた場合、照明光量(眼球の照度)不足により、視線検出不能となる場合が生じていた。更に、従来例のように反射コーティング開口部を通して照明する場合、前述したように、観察光学系への影響から開口部をあまり大きくできないため、開口部によるケラレにより、更なる照明光量不足が

あった。

【0028】本発明は、このような状況のもとでなされたもので、眼球への照明光量が不足して視線検出が不能となることのない光学システムを提供することを目的とするものである。

【0029】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明では、光学システムを次の(1)～(8)のとおり構成する。

【0030】(1) 視線検出手段を備えた光学システムであって、観察光学系のエリア内に第1の眼球照明手段を、エリア外に第2の眼球照明手段を配置した光学システム。

【0031】(2) 視線検出手段を備えた光学システムであって、ハーフミラーまたはダイクロイックミラー処理膜を施したプリズムにおける、ハーフミラーまたはダイクロイックミラー処理膜の背面に、第1の眼球照明手段を、前記プリズムの外側の眼球側に、第2の眼球照明手段を配置した光学システム。

【0032】(3) 視線検出手段を備えた光学システムであって、開口部付きコーティング膜を有するプリズムにおける、開口部の背面に第1の眼球照明手段を、前記プリズムの外側の眼球側に、第2の眼球照明手段を配置した光学システム。

【0033】(4) 視線検出手段を備えた光学システムであって、ハーフミラーまたはダイクロイックミラーの背面に第1の眼球照明手段を、眼球に最も近い光学部材の外側に、第2の眼球照明手段を配置した光学システム。

【0034】(5) 視線検出手段を備えた光学システムであって、開口部付きコーティング膜を有するミラーにおける、開口部の背面に第1の眼球照明手段を、眼球に最も近い光学部材の外側に、第2の眼球照明手段を配置した光学システム。

【0035】(6) 眼球照明手段は、赤外発光手段を用いる前記(1)ないし(5)のいずれかに記載の光学システム。

【0036】(7) 第1の眼球照明手段、第2の眼球照明手段のいずれを点灯するかは、眼球位置により決定する前記(1)ないし(5)のいずれかに記載の光学システム。

【0037】(8) 光学システムは撮像装置である前記(1)ないし(7)のいずれかに記載の光学システム。

【0038】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の態様を“ビデオカメラ”の実施例により詳しく説明する。なお本発明はビデオカメラに限らず、視線検出手段を備えた例えば仮想現実関連装置等の適宜の光学システムにおいて実施することができる。

【0039】

【実施例】

【実施例1】本発明をビデオカメラにおいて実施した実施例1について説明する。なお、視線検出原理(図5～7)については従来例と同一のため、説明は省略する。

【0040】図1(a)は本実施例のビデオカメラの構成を示すブロック図である。図1(a)において、OPは観察光学系における最も外側の光路である。101はプリズムであり、後述するように、開口部の数は従来例と異なるが、それ以外は従来例と同一である。1061は眼鏡用赤外発光ダイオードであり、プリズム101の右側(眼に近い方)下方に、2個配置されている。この位置は、従来例の眼鏡用赤外発光ダイオード位置から発せられる、照明方向と同一となるように、光軸を介して水平方向に対称位置、2個同一高さで光軸より低い位置に配置されている。この時、前記眼鏡用赤外発光ダイオード1061は、観察光学系外側の光路OPからはずれた場所に配置されており、観察光学系に何ら影響を及ぼすことはない。なお、その他のブロック機能に関しては、従来例と同一のため説明を省略する。

【0041】図10(b)は本実施例によるプリズム101を側面から見た図である。ここで、前記光学作用面bは、反射用のミラーコーティングが施されているが、結像系、及び裸眼用赤外発光ダイオード1060用の開口部1010、1012、1013のみが設けられている。

【0042】以上説明したように、本実施例によれば、眼鏡用赤外発光ダイオード1061がプリズム101の外側における眼球に近い位置に配置されているので、眼球がファインダから離れていても眼球1005が照度不足になることがなく、またプリズム101の開口部によるケラレもなく、視線検出を確実に行うことができる。

【0043】(実施例2)本発明をビデオカメラにおいて実施した実施例2について説明する。なお、視線検出原理(図5～7)については従来例と同一、プリズム101の側面図は実施例1と同一のため、説明は省略する。

【0044】図2は本実施例のビデオカメラの構成を示すブロック図である。図2において、1061は眼鏡用赤外発光ダイオードであり、プリズム101の右側(眼に近い方)上方に、2個配置されている。この位置は、従来例の眼鏡用赤外発光ダイオード位置から発せられる、照明方向と同一になるように、光軸を介して水平方向に対称位置、2個同一高さで光軸より高い位置に配置されている。このように眼鏡用赤外発光ダイオード1061は、観察光学系外側の光路OPからはずれた場所に配置されており、観察光学系に何ら影響を及ぼすことはない。なお、その他のブロック機能に関しては、従来例と同一のため説明を省略する。本実施例によっても実施例1と同様の効果が得られる。

【0045】(実施例3)本発明をビデオカメラにおい

て実施した実施例 3 について説明する。なお、視線検出原理（図 5～7）については従来例と同一のため、説明は省略する。

【0046】図 3 は本実施例のビデオカメラの構成を示すブロック図である。303、302 は表示素子 1002 を拡大して観察するためのファインダーレンズ、301 は観察光学系を 90 度折り曲げ、視線検出結像系へ眼の像を導くためのダイクロイックミラーであり、可視光を反射し、赤外光のみ透過するような特性の膜が施されている。1062 は結像レンズであり、前記ダイクロイックミラー 301 を介して透過した赤外光による眼の像を、イメージセンサ 1063 へ結像する。1061 は眼鏡用赤外発光ダイオードであり、ダイクロイックミラー 301 の右側（眼に近い方）2 個同一高さで下方に配置されている。また、1060 は裸眼用赤外発光ダイオードであり、ダイクロイックミラー 301 の左側（眼に遠い方）かつミラー 301 の内側に、2 個同一高さで配置されている。ここで裸眼用赤外発光ダイオード 1060 の照明光線は、ダイクロイックミラー 301 を透過して眼へ照明される。なおダイクロイックミラーのかわりにハーフミラーを用いることもできる。なお、その他のブロック機能に関しては、従来例と同一のため説明を省略する。

【0047】以上説明したように、本実施例によれば、眼鏡用赤外発光ダイオード 1061 が、ファインダーレンズ 302 の右側、下方すなわちダイクロイックミラー 301 より眼球 1005 に近い位置に配置されているので、眼球がファインダから離れていても、眼球 1005 が照度不足となることなく、またダイクロイックミラー 301 の開口部によるケラレもなく、視線検出を確実にすることができる。

【0048】（実施例 4）本発明をビデオカメラにおいて実施した実施例 4 について説明する。なお、視線検出原理（図 5～7）については従来例と同一のため、説明は省略する。

【0049】図 4 は本実施例のビデオカメラの構成を示

すブロック図である。図中、1061 は眼鏡用赤外発光ダイオードであり、ダイクロイックミラー 301 の右側（眼に近い方）上方に、2 個同一高さで配置されている。また、1060 は裸眼用赤外発光ダイオードであり、ダイクロイックミラー 301 の左側（眼に遠い方）かつミラーの内側に、2 個同一高さで上方に配置されている。なおダイクロイックミラーのかわりにハーフミラーを用いることもできる。なお、その他のブロック機能に関しては、従来例と同一のため説明を省略する。本実施例によっても実施例 3 と同様の効果を得ることができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、眼球がファインダ等から離れていても眼球への照度不足で視線検出が不能となることなく、確実に視線検出のできる光学システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 のブロック図

【図 2】 実施例 2 のブロック図

【図 3】 実施例 3 のブロック図

【図 4】 実施例 4 のブロック図

【図 5】 視線検出の原理説明図

【図 6】 視線検出の原理説明用の上面図

【図 7】 視線検出の原理説明用の平面図

【図 8】 従来例のブロック図

【図 9】 視線スイッチ動作時のファインダ画面の例を示す図

【図 10】 視線オートフォーカス動作時のファインダ画面の例を示す図

【符号の説明】

101 プリズム

1002 表示素子

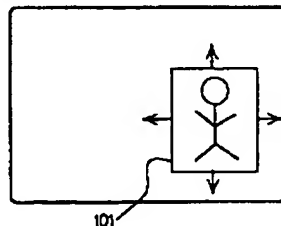
1006 視線検出手段

1060 裸眼用赤外発光ダイオード

1061 眼鏡用赤外発光ダイオード

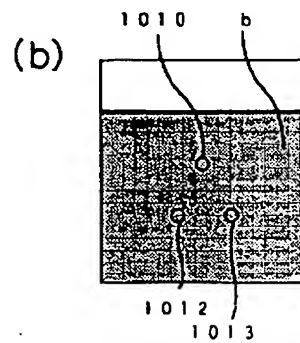
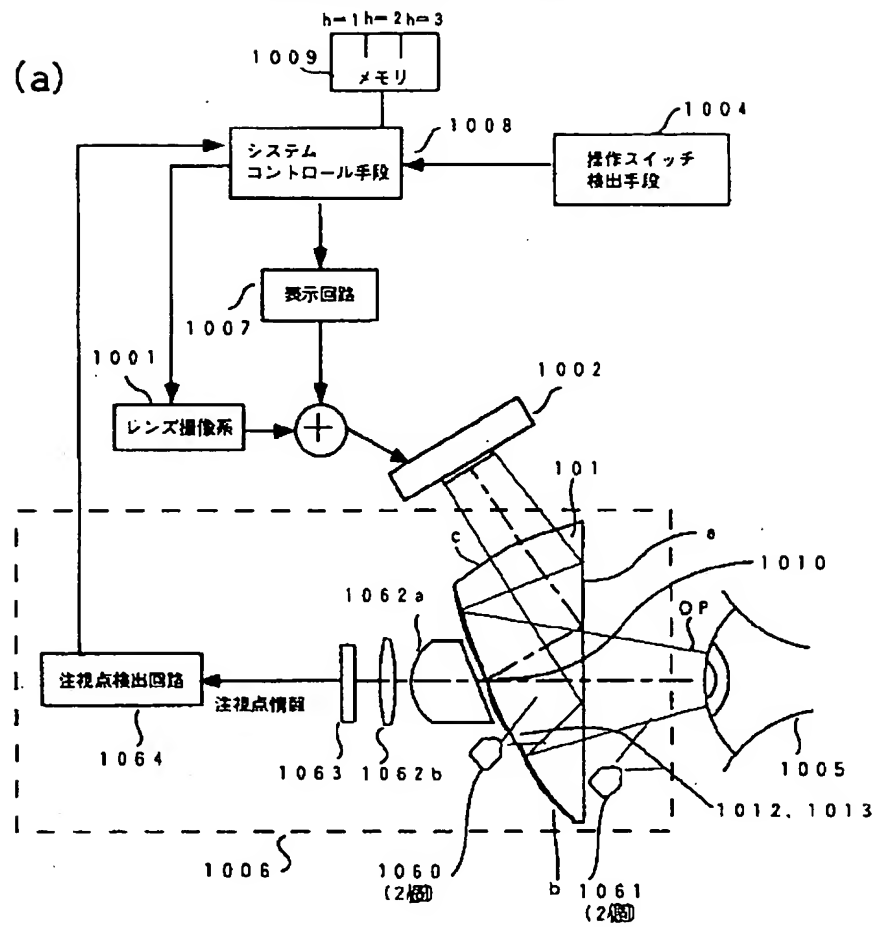
【図 10】

視線オートフォーカス動作時のファインダ画面の例を示す図



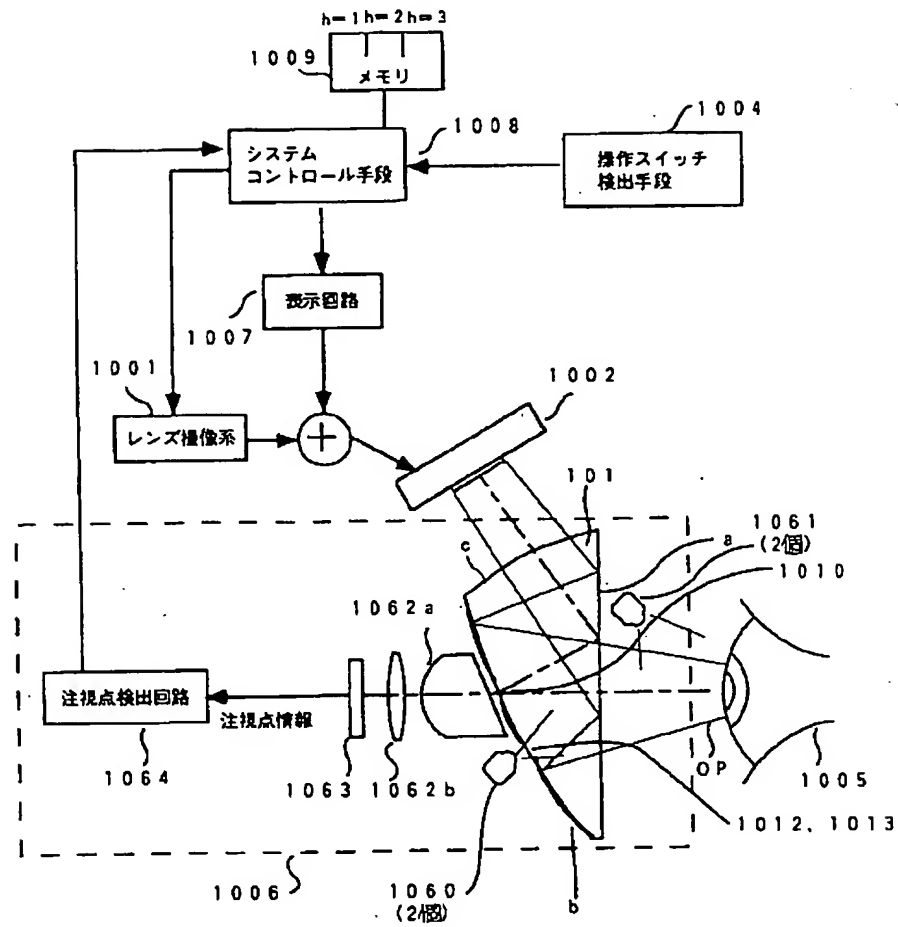
【図1】

実施例1のブロック図



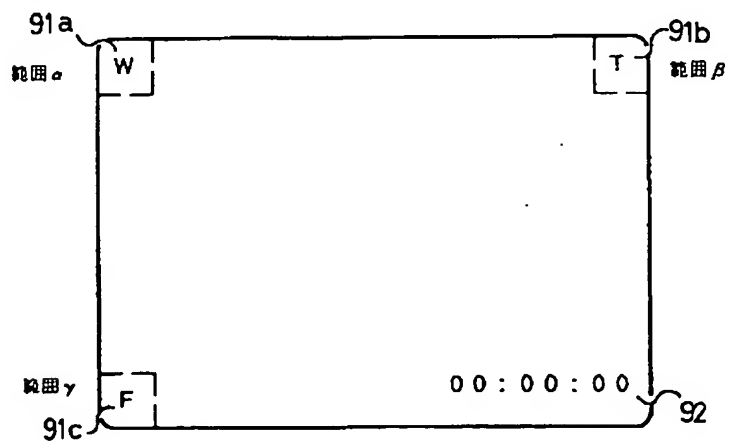
【図2】

実施例2のブロック図



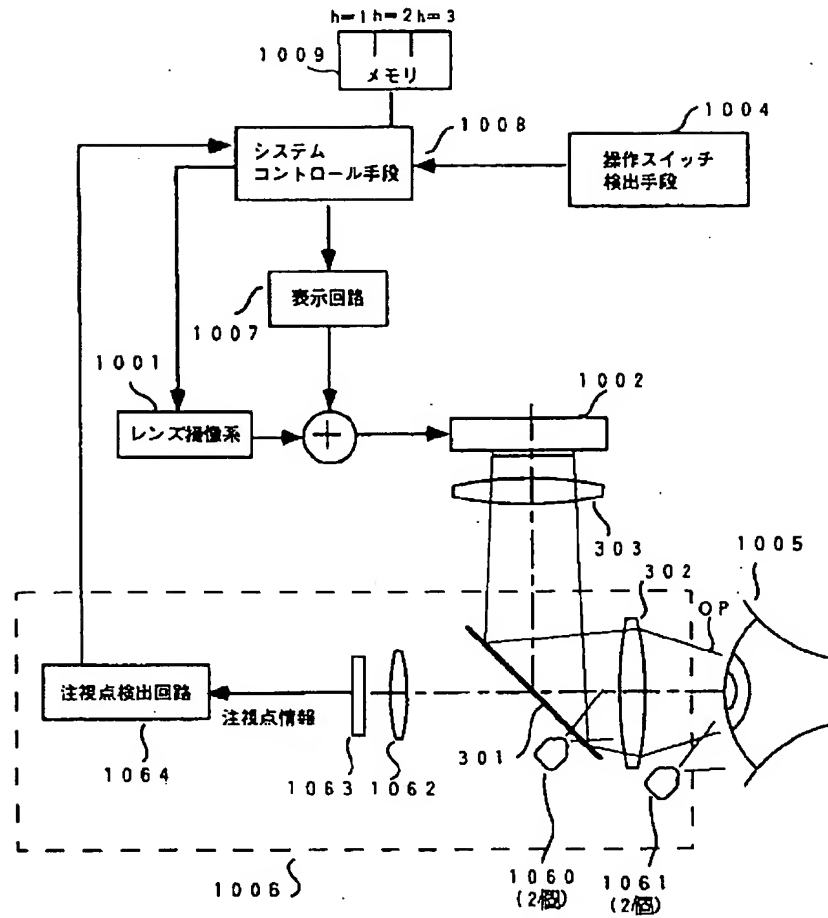
【図9】

視線スイッチ動作時のファインズ画面の例を示す図



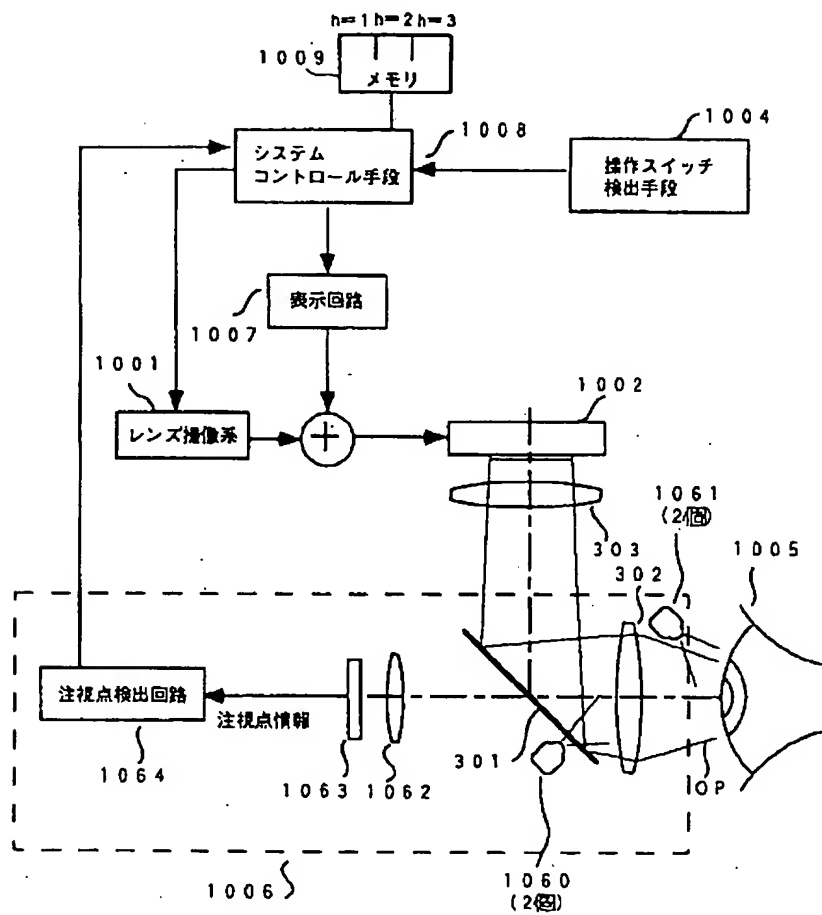
【図3】

実施例3のブロック図



【図4】

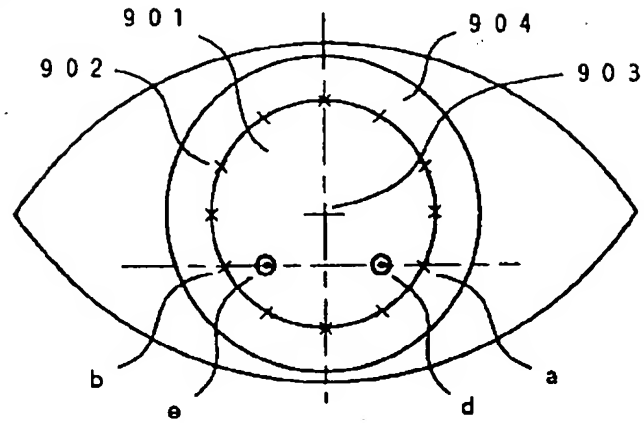
実施例４のブロック図



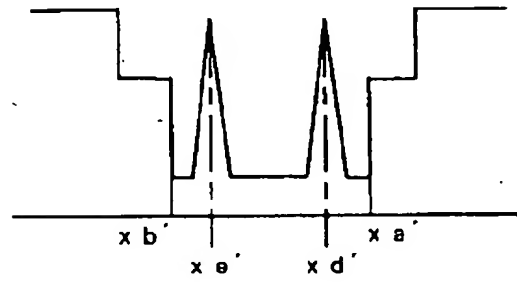
【図5】

視線検出の原理説明図

(a)

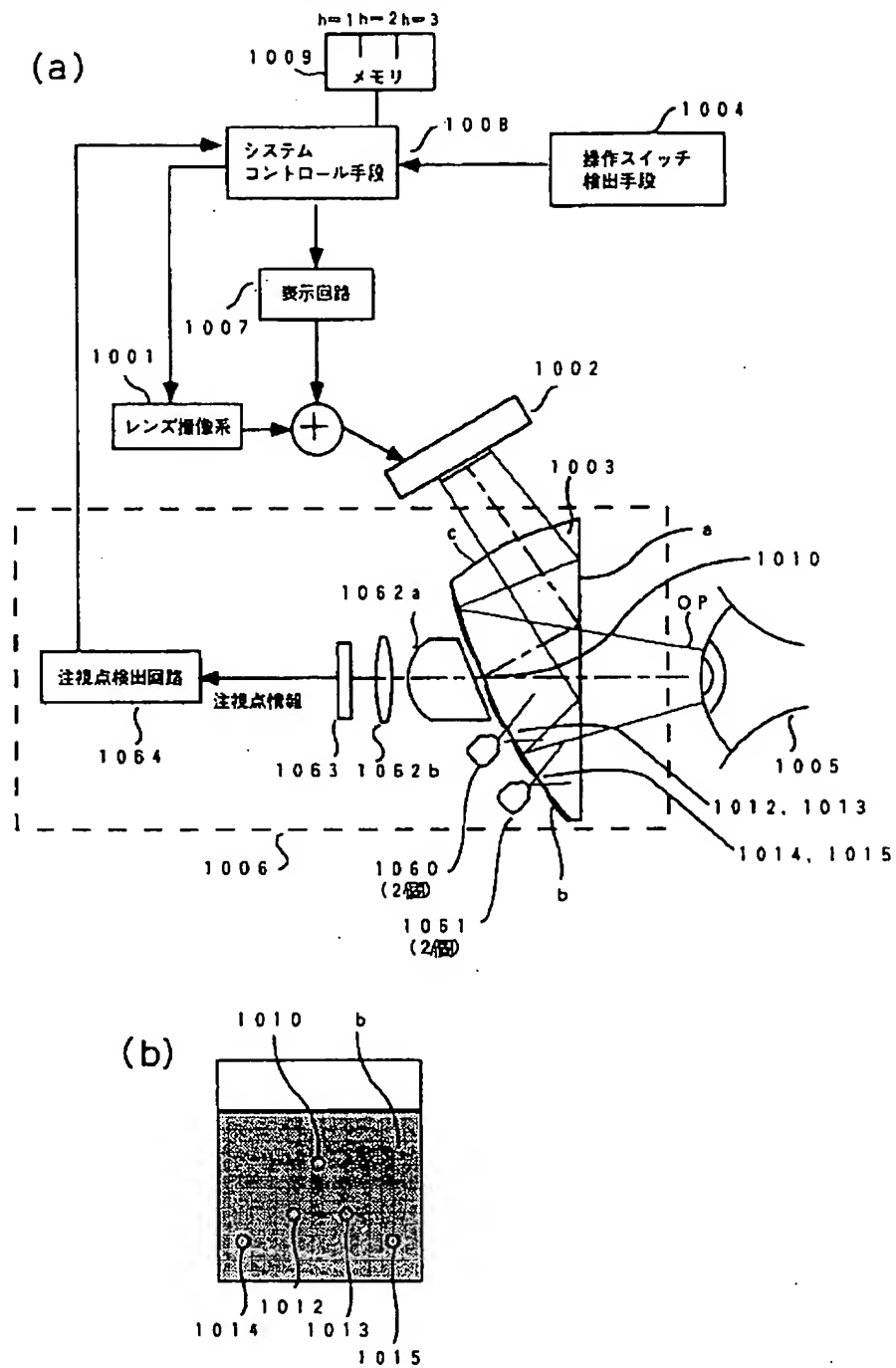


(b)



【図8】

従来例のブロック図



OPTICAL SYSTEM

Japanese Unexamined Patent No. Hei-9-262210

Laid-open on: October 7, 1997

Application No. Hei-8-74331

Filed on: March 28, 1996

Applicant: Canon Inc.

Inventor: Takashi ARAI

Patent Attorney: Hiroyuki TANBA, et al.

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION]

Optical System

[ABSTRACT]

[Object] To provide an optical system wherein visual line detection never becomes impossible due to an insufficiency in illuminance to an eyeball.

[Solution Means] At openings of a prism 101 for magnifying observation in a visual line detecting means 1006, infrared emitting diodes 1060 for the naked eye are arranged so as to irradiate an eyeball 1005. Infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are arranged outside the area of an observation

optical system, on the eyeball 1005 side of the outside of the prism 101 so as to irradiate the eyeball 1005. As such, since the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are arranged close to the eyeball 1005, illuminance to the eyeball 1005 never becomes insufficient even if the eyeball 1005 is distant from a finder, and no eclipses due to the openings of the prism 101 occur, thus visual line detection can be securely carried out.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical system comprising visual line detecting means, wherein

first eyeball illuminating means are arranged inside the area of an observation optical system, and second eyeball illuminating means are arranged outside the area.

[Claim 2] An optical system comprising visual line detecting means, wherein

of a prism provided with a half mirror- or dichroic mirror-processed film, first eyeball illuminating means are arranged behind the half mirror- or dichroic mirror-processed film, and second eyeball illuminating means are arranged on the eyeball side of the outside of said prism.

[Claim 3] An optical system comprising visual line detecting means, wherein

of a prism having a coating film with openings, first eyeball

illuminating means are arranged behind the openings, and second eyeball illuminating means are arranged on the eyeball side of the outside of said prism.

[Claim 4] An optical system comprising visual line detecting means, wherein

first eyeball illuminating means are arranged behind a half mirror or a dichroic mirror, and second eyeball illuminating means are arranged on the outside of an optical member closest to an eyeball.

[Claim 5] An optical system comprising visual line detecting means, wherein

of a mirror having a coating film with openings, first eyeball illuminating means are arranged behind the openings, and second eyeball illuminating means are arranged on the outside of an optical member closest to an eyeball.

[Claim 6] An optical system as set forth in any of Claim 1 through Claim 5, wherein

eyeball illuminating means employ infrared emitting means.

[Claim 7] An optical system as set forth in any of Claim 1 through Claim 5, wherein

which of the first eyeball illuminating means or second eyeball illustrating means are lit is determined depending on the eyeball position.

[Claim 8] An optical system as set forth in any of Claim 1 through Claim 7, wherein

the optical system is an imaging device.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to an optical system such as an imaging device, comprising a visual line detecting means.

[0002]

[Prior Arts] The present applicant, et al. have priorly suggested a so-called visual line inputting function wherein indexes signifying functions such as, for example, zooming, fading, etc., are displayed on a finder screen of a video camera and a user is made to select among the functions by a visual line (Japanese Patent Application No. Hei-4-202). A principle of this function will be described in the following.

[0003] Fig. 6 is a top view for explaining a principle of visual line detection, and Fig. 7 is a side view for explaining a principle of visual line detection.

[0004] In the drawings, 906a and 906b denote light sources such as light emitting diodes (IREDS) for radiating non-perceptible infrared light to an observer, and the respective light sources are arranged approximately

symmetrical in the x-direction (horizontal direction) with respect to the optical axis of an imaging lens 911 (Fig. 6) and, in the y-direction (vertical direction), on a slightly lower side (Fig. 7), and divergently illuminate an eyeball of the observer. Part of the illumination light reflected on the eyeball is focused onto an image sensor 912 by the imaging lens 911. Fig. 5(a) is a schematic view of an eyeball image projected onto the image sensor 912, and Fig. 5(b) is an output intensity diagram of the image sensor 912.

[0005] Hereinafter, a method for detecting a visual line will be described by use of the respective drawings.

[0006] First, in terms of a horizontal surface, infrared light which has been radiated from the light source 906b in Fig. 6 illuminates the cornea 910 of an observer's eyeball 908. A corneal reflection image d (a virtual image) formed by the infrared light reflected on the surface of the cornea 910 at this time is concentrated by the imaging lens 911 and is focused at a position d' on the image sensor 912. Similarly, infrared light which has been radiated from the light source 906a illuminates the corona 910 of the eyeball. A corneal reflection image e (a virtual image) formed by the infrared light reflected on the surface of the cornea 910 at this time is concentrated by the imaging lens 911 and is formed at a position e' on the

image sensor 912. In addition, light fluxes from end portions a and b of an iris 904 form images of these end portions a and b at positions a' and b' on the image sensor 912 via the imaging lens 911. If an angle of rotation θ of the optical axis of the eyeball 908 with respect to the optical axis of the imaging lens 911 is small, where x-coordinates of the end portions a and b of the iris 904 are provided as x_a and x_b , multiple points x_a and x_b can be obtained on the image sensor (x-marks in Fig. 5). Therefore, first, the center of the pupil x_c is calculated by the least-squares method for a circle. On the other hand, where an x-coordinate of the center of curvature o of the cornea 910 is provided as x_o , an angle of rotation θ_x with respect to the optical axis of the eyeball 908 becomes:

$$oc \cdot \sin \theta_x = x_c - x_o \quad (1)$$

In addition, when x_o is determined based on a middle point k between the corneal reflection images d and e by taking an appointed correction value δx into consideration,

$$x_k = (x_d + x_e) / 2$$

$$x_o = (x_d + x_e) / 2 + \delta x \quad (2)$$

Herein, δx is a numeric value geometrically determined according to a device installing method, an eyeball distance, etc., and a calculating method thereof is omitted. Therefore, when θ_x is determined by substituting expression (2) for expression

(1),

$$\theta x = \arcsin[(x_c - (x_d + x_e)/2 + \delta x) / \rho c] \quad (3)$$

Moreover, when coordinates of the respective characteristic points projected on the image sensor 912 are rewritten by an addition of ' (a dash) into expression (4), this results in:

$$\theta x = \arcsin[(x_c' - (x_d' + x_e')/2 + \delta x') / \rho c / \beta] \quad (4)$$

Herein, β means magnification determined depending on an eyeball distance size to the imaging lens 911, which is actually determined as a function of a gap between the corneal reflection images $|x_d' - x_e'|$.

[0007] Then, in terms of a vertical surface, a construction as shown in Fig. 7 is provided. Corneal reflection images to be generated herein by two IREDs 906a and 906b are generated at an identical position, and this is provided as i. A method for calculating an angle of rotation θy of the eyeball is almost the same as that in the case of the horizontal surface, however, only expression (2) is different, and where a y-coordinate of the center of curvature o of the cornea is provided as y_o ,

$$y_o = y_i + \delta y \quad (5)$$

Herein, δy is a numeric value geometrically determined according to a device installing method, an eyeball distance, etc., and a calculating method thereof is omitted. Therefore, the angle of rotation θy in the vertical direction becomes:

$$\theta y = \arcsin[(y' - (y_i' + \delta y')) / oc / \beta] \quad (6)$$

[0008] Moreover, when a constant m determined depending on the finder optical system is used, visual line position coordinates (x_n, y_n) on the video camera finder screen respectively become, respectively, on the horizontal surface and on the vertical surface:

$$x_n = m \cdot \arcsin[(x' - (x_d' + x_e')) / 2 + \delta x'] / oc / \beta \quad (7)$$

$$y_n = m \cdot \arcsin[(y' - (y_i' + \delta y')) / oc / \beta \quad (8)$$

[0009] As is clearly shown in Fig. 5(b), for detection of a pupil edge, a fall (x_b') and a rise (x_a') in an output waveform of the image sensor 912 are utilized. In addition, for coordinates of the corneal reflection images, sharp rising portions (x_e') and (x_d') are utilized.

[0010] Now, an example of a video camera having a visual line detecting function will be described.

[0011] Fig. 8(a) is a block schematic diagram showing an example of a video camera having a visual line detecting function.

[0012] The video camera shown in the drawing schematically includes: a lens imaging system 1001 which is provided with a zoom lens and which images an object; a display element 1002 having an LCD (a liquid crystal display), etc., for observing an object imaged by the lens imaging system 1001; a special

prism 1003 for realizing a magnifying observation system; a visual line detecting means 1006 for detecting a visual line of a shooter's eye 1005; a display circuit 1007 for displaying, on the display element 1002, an AF frame showing an outline of the focus area, indexes of visual line switches, which will be described later, and other information, etc., necessary for the shooter such as information concerning a tape counter and a shooting mode; a system control means 1008 for controlling respective portions of this camera; a memory 1009 for storing various data; and an operation switch detecting means 1004 for executing video camera functions.

[0013] The visual line detecting means 1006 comprises infrared emitting diodes 1060 and 1061 for irradiating infrared light into the shooter's eye 1005; condensing lenses 1062a and 1062b for condensing infrared light; an image sensor (photoelectric transducer) 1063 for converting infrared light concentrated by these condensing lenses 1062 to an electrical signal; and a fixation point detecting circuit 1064 for determining based on an image of the shooter's eye 1005 on this image sensor 1063 a shooter's fixation point on the display element 1002.

[0014] Now, optical effects of an observation optical system will now be described. Light from the display element 1002

is refracted and transmitted through a third optical effect surface c, is totally reflected on a first optical effect surface a, is reflected on a reflecting layer of a second optical effect surface b, is again reflected and transmitted through the first optical effect surface a, and is emitted to the eye side as a light flux having an expanding angle (a convergent angle, parallel) appropriate to a shooter's diopter scale. Herein, a line which connects between the observer's eye 1005 and the center of the display element 1002 is shown as a basic optical axis. An adjustment to the observer's diopter scale becomes possible by shifting the display element 1002 in parallel along the optical axis of the prism 1003.

[0015] Optical effects of a visual line detecting system will now be explained. Light emitted from the infrared emitting diodes 1060 and 1061 illuminates an observer's eye from a direction different from the optical axis of the visual line detecting system. The illumination light is reflected and dispersed by the observer's cornea and pupil, wherein light reflected by the cornea forms a corneal reflection image, and light reflected by the pupil forms a pupil image. These lights are focused, through an opening 1010 provided on the second optical effect surface b, onto the image sensor 1063 by the imaging lens system 1062. An eye image obtained from the image

sensor 1063 can output fixation point data to the system control means 1008 by means of the fixation point detecting circuit 1064 configured based on the aforementioned principle of visual line detection.

[0016] Now, optical effects of the prism 1003 will be described. In order to correct image performance and distortion to achieve a telecentric system, three effect surfaces of the prism 1003 are preferably composed of three-dimensional curved surfaces each having no axis of rotational symmetry, and herein having a curved surface structure which contains a basic optical surface and is symmetrical with respect to only a flat surface parallel to the paper surface.

[0017] The imaging lens system is composed of two lenses 1062a and 1062b. In particular, the lens 1062b is a wedge-shaped lens, therefore, the imaging lens system can be composed of a small number of lenses, which is appropriate for downsizing. By providing a curvature for slant faces of this lens, an eccentric aberration generated by the second optical effect surface b can be effectively corrected. Furthermore, if at least one aspherical surface is provided in the imaging lens system, this becomes effective in correction of off-axial imaging performance. The closer a diaphragm of the imaging lens system to the opening provided on the second effect surface

b is, the smaller the opening 1010 can be made, and this is effective in prevention of a dropout in the observation optical system (partial omission of an image), and if possible, it is desirable that the opening and diaphragm coincide with each other. If the opening is set to less than 2mm, it becomes smaller than an eye pupil and, moreover, this is effective in prevention of a dropout in the observation optical system. Since the light for illuminating the eye is preferably light having a low luminosity factor, infrared light is used. At this time, if at least one lens made of a material to cut down visible light is provided in the imaging system, visual line detecting accuracy can be improved.

[0018] In addition, if the illumination light sources are arranged on the side opposite to the eye with the prism 1003 therebetween, this is desirable since the eye can be appropriately illuminated even in a case where refractive power of the prism 1003 is intensified and the field of vision is widened. At this time, openings are provided in a light source part of the reflecting layer on the second optical effect surface b. Light emitted from the infrared emitting diodes 1060 and 1061 penetrates through the openings of the second optical effect surface b, penetrates through the first optical effect surface a, and illuminates the observer's eye from a direction different

from the optical axis of the visual line detecting system. Herein, the infrared emitting diodes 1060 and 1061 are illustrated separately from the openings for the sake of illustration, however, in actuality, these are adjacent or adhered to the openings and, in other words, these are arranged within the observation optical system area.

[0019] Herein, as the above-described infrared emitting diodes, diodes for the naked eye and diodes for eyeglasses are used with different arrangements. Two diodes for the naked eye (1060) are each arranged on the left and right with a narrow width symmetrically with respect to the optical axis, with an identical height from a lower part slightly distant from the optical axis, and two diodes for eyeglasses (1061) are each arranged on the left and right with a wide width symmetrically with respect to the optical axis, with an identical height from a lower part considerably distant from the optical axis. There exist three reasons for this; the first reason is for obtaining a better illuminating condition based on the eyeball distance and, therefore, the diodes are arranged at positions where a detecting area of the eye is illuminated as uniform as possible. Second, since it is necessary to arrange the diodes at heights where the above-described corneal reflection images are not eclipsed by the eyelid, the infrared emitting diodes 1060 for

the naked eye are located at positions higher than the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses. Third, the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are located at positions distant leftward, rightward, and downward from the infrared emitting diodes 1060 for the naked eye so that ghosts, that are produced by infrared light reflected on spectacles, are generated in a peripheral portion where influences on detection are slight. Herein, discrimination between the naked eyes and spectacles can be carried out by calculating the distance between the eyeball and prism 103 based on the distance $|x_d' - x_e'|$ between the ocular reflection images. In addition, when this distance is within an appointed value, the infrared emitting diodes 1060 for the naked eye are lit, and when it is more than the appointed value, the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are lit, then visual line detection is carried out.

[0020] Fig. 8(b) is a view of the above-described prism 1003 viewed from the side. Herein, the above-described optical effect surface is provided with a mirror coating for reflection, however, the aforementioned openings for the imaging system and for the infrared emitting diodes (1060 and 1061), namely, non-mirror-coating-processed portions (1010 is for imaging, 1012 and 1013 are for the naked eye, and 1014 and 1015 are for eyeglasses) are provided. As mentioned above, these portions

are small at a degree where no influences are exerted on the finder observation system, and are, desirably, 2mm or less. Herein, by mirror coating, a dichroic mirror, which reflects visible light and transmits infrared light, or a half mirror, which reflects part of visible light is formed. Since the image sensor 1063 surface is dark, use of a half mirror does not interfere with an observation of the display element 1002.

[0021] The fixation point detecting circuit 1064 is for determining a shooter's fixation point on the display element 1002 screen, based on an image of the shooter's eye 1005 on the image sensor 1063, in accordance with the aforementioned principle and an algorithm disclosed in Japanese Unexamined Patent Publication No. Hei-1-241511, Japanese Unexamined Patent Publication No. Hei-2-32312, etc.

[0022] Herein, functions of the visual line switches loaded on the video camera finder of the present embodiment will be described. A schematic diagram showing a display example of this display element 1002 is shown in Fig. 9.

[0023] As shown in this diagram, a menu composed of indexes 91(91a, 91b, and 91c) signifying mutually different operating functions, which are shown by the alphabetic letters "W", "T", and "F", is displayed. Herein, for example, "W" signifies zooming to the wide side, "T" signifies zooming to the tele

side, and "F" signifies a fading operation. In addition, the number 92 shown at the lower right is not for a visual line switch function but, for example, signifies a date, etc. Now, operation of the system control means 1008 will be described. The fixation point detecting circuit 1064 at all times detects the shooter's visual line coordinates and outputs the same to the system control means 1008. Herein, it is supposed that the shooter has fixed his/her eye on the "T" indication. The system control means 1008 judges as to whether the fixation point has stayed within a range β for an appointed period of time, and sends, if the fixation point has stayed for an appointed period of time, a signal to the lens imaging system so as to carry out zooming to the tele side until the fixation point diverges from the range β . In terms of the system control means 1008, the same applies to the "W" and "F".

[0024] Now, visual line autofocusing will be described.

[0025] A schematic diagram showing a display example of the display element 1002 is shown in Fig. 10.

[0026] In this diagram, 101 denotes a visual line AF frame showing an outline of the focus area, which is displayed at a fixation point coordinate position and focusing is attained on an object in this area. Now, operation of the system control means 1008 will be described. The fixation point detecting

circuit 1064 at all times detects the shooter's visual line coordinates and outputs the same to the system control means 1008. Herein, it is supposed that the shooter has fixed his/her eye on the person shown in Fig. 10. Based on the above-described fixation coordinates, the system control means 1008 sends a signal to the lens imaging system to specify a focus area and also sends a fixation coordinate signal to a display circuit 1007 so that an AF frame is displayed in the screen of the display element 1002.

[0027]

[Problems to be Solved by the Invention] However, in the aforementioned prior art, since the positions of the illumination means are far from the eyeball, in some cases where the eyeball becomes distant from the finder particularly when spectacles are used, visual line detection becomes impossible due to an insufficiency in the illumination light amount (illuminance of the eyeball). Moreover, in such a case as in the prior art where illumination is carried out through reflective coating openings, the openings cannot be provided with a very large size in consideration of influences on the observation system, as mentioned above, therefore, due to eclipses caused by the openings, a further insufficiency in the illumination light amount occurs.

[0028] The present invention has been made under such circumstances, and an object thereof is to provide an optical system wherein visual line detection never becomes impossible due to an insufficiency in the illumination light amount to an eyeball.

[0029]

[Means for Solving Problems] In order to achieve the above-described object, in the present invention, an optical system is constructed as described in the following (1) through (8).

[0030] (1) An optical system comprising visual line detecting means, wherein

first eyeball illuminating means are arranged inside the area of an observation optical system, and second eyeball illuminating means are arranged outside the area.

[0031] (2) An optical system comprising visual line detecting means, wherein

of a prism provided with a half mirror- or dichroic mirror-processed film, first eyeball illuminating means are arranged behind the half mirror- or dichroic mirror-processed film, and second eyeball illuminating means are arranged on the eyeball side of the outside of said prism.

[0032] (3) An optical system comprising visual line detecting

means, wherein

of a prism having a coating film with openings, first eyeball illuminating means are arranged behind the openings, and second eyeball illuminating means are arranged on the eyeball side of the outside of said prism.

[0033] (4) An optical system comprising visual line detecting means, wherein

first eyeball illuminating means are arranged behind a half mirror or a dichroic mirror, and second eyeball illuminating means are arranged on the outside of an optical member closest to an eyeball.

[0034] (5) An optical system comprising visual line detecting means, wherein

of a mirror having a coating film with openings, first eyeball illuminating means are arranged behind the openings, and second eyeball illuminating means are arranged on the outside of an optical member closest to an eyeball.

[0035] (6) An optical system as set forth in any of the above (1) through (5); wherein

eyeball illuminating means employ infrared emitting means.

[0036] (7) An optical system as set forth in any of the above (1) through (5), wherein

which of the first eyeball illuminating means or second

eyeball illustrating means are lit is determined depending on the eyeball position.

[0037] (8) An optical system as set forth in any of the above (1) through (7), wherein the optical system is an imaging device.

[0038]

[Mode for Carrying out the Invention] Hereinafter, a mode for carrying out the present invention will be described in detail by way of an embodiment of "a video camera". The present invention is not limited to a video camera but can be carried out in an appropriate optical system such as, for example, a virtual reality-related device, comprising a visual line detecting means.

[0039]

[Embodiments]

(Embodiment 1) A description will be given of Embodiment 1 where the present invention is carried out in a video camera. Herein, since the visual line detecting principle (Figs. 5-7) is identical to that of the prior art, a description thereof is omitted.

[0040] Fig. 1(a) is a block diagram showing a construction of the video camera of the present embodiment. In Fig. 1(a), OP denotes an outermost optical path in an observation optical

system. 101 denotes a prism, and as will be described later, although the number of openings is different from that of the prior art, other aspects are identical to those of the prior art. 1061 denotes infrared emitting diodes for eyeglasses, and two infrared emitting diodes for eyeglasses are arranged downward on the right side (the side closer to the eye) of the prism 101. These two emitting diodes are arranged at symmetrical positions in the horizontal direction via the optical axis, at positions with an identical height lower than the optical axis, so that the positions become identical to the direction of illumination emitted from the positions of prior-art infrared emitting diodes for eyeglasses. At this time, the above-described infrared emitting diodes for eyeglasses 1061 are arranged at the locations divergent from the optical path OP on the outer side of the observation optical system, and therefore do not exert any influences on the observation optical system. Herein, since other block functions are identical to those of the prior art, a description thereof is omitted.

[0041] Fig. 1(b) is a view of the prism 101 according to the present embodiment viewed from the side. Herein, the above-described optical effect surface b is provided with a mirror coating for reflection, however, only openings 1010,

1012, and 1013 for the imaging system and infrared emitting diodes 1060 for the naked eye are provided.

[0042] As described above, according to the present embodiment, the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are arranged at positions close to the eyeball on the outside of the prism 101, therefore, the eyeball 1005 never becomes insufficient in illuminance even if the eyeball is distant from the finder, and no eclipses due to the openings of the prism 101 occur, thus visual line detection can be securely carried out.

[0043] (Embodiment 2) A description will be given of Embodiment 2 where the present invention is carried out in a video camera. Herein, since the visual line detecting principle (Figs. 5-7) is identical to that of the prior art and a side view of the prism 101 is identical to that of Embodiment 1, descriptions thereof are omitted.

[0044] Fig. 2 is a block diagram showing a construction of the video camera of the present embodiment. In Fig. 2, 1061 denotes infrared emitting diodes for eyeglasses, and two infrared emitting diodes for eyeglasses are arranged upward on the right side (the side closer to the eye) of the prism 101. These two emitting diodes are arranged at symmetrical positions in the horizontal direction via the optical axis,

at positions with an identical height higher than the optical axis, so that the positions become identical to the direction of illumination emitted from the positions of prior-art infrared emitting diodes. As such, the infrared emitting diodes for eyeglasses 1061 are arranged at the locations divergent from the optical path OP on the outer side of the observation optical system, and therefore do not exert any influences on the observation optical system. Herein, since other block functions are identical to those of the prior art, a description thereof is omitted. Effects similar to those of Embodiment 1 can be obtained by the present embodiment, as well.

[0045] (Embodiment 3) A description will be given of Embodiment 3 where the present invention is carried out in a video camera. Herein, since the visual line detecting principle (Figs. 5-7) is identical to that of the prior art, a description thereof is omitted.

[0046] Fig. 3 is a block diagram showing a construction of the video camera of the present embodiment. 303 and 302 denote finder lenses for observing a display element 1002 in an enlarged manner, 301 denotes a dichroic mirror for bending an observation optical system by 90° and for guiding an eye image to a visual line detecting and imaging system, which is provided with a film having such a property so as to reflect visible light and

transmits only infrared light. 1062 denotes an imaging lens, which forms, on an image sensor 1063, an eye image from infrared light transmitted via the above-described dichroic mirror 301. 1061 denotes infrared emitting diodes for eyeglasses, and two infrared emitting diodes for eyeglasses are arranged downward with an identical height on the right side (the side closer to the eye) of the dichroic mirror 301. In addition, 1060 denotes infrared emitting diodes for the naked eye, and two infrared emitting diodes for the naked eye are arranged with an identical height on the left side (the side more distant to the eye) and on the inside of the mirror 301. Herein, illumination light beams of the infrared emitting diodes 1060 for the naked eye penetrate through the dichroic mirror 301 and are caused to illuminate the eye. Herein, a half mirror can also be used in place of the dichroic mirror. Herein, since other block functions are identical to those of the prior art, a description thereof is omitted.

[0047] As described above, according to the present embodiment, the infrared emitting diodes 1061 for eyeglasses are arranged on the right side of the finder lens 302, downward, namely, at positions closer to the eyeball 1005 than the dichroic mirror 301, therefore, the eyeball 1005 never becomes insufficient in illuminance even if the eyeball is distant from

the finder, and no eclipses due to the openings of the dichroic mirror 301 occur, thus visual line detection can be securely carried out.

[0048] (Embodiment 4) A description will be given of Embodiment 4 where the present invention is carried out in a video camera. Herein, since the visual line detecting principle (Figs. 5-7) is identical to that of the prior art, a description thereof is omitted.

[0049] Fig. 4 is a block diagram showing a construction of the video camera of the present embodiment. In the diagram, 1061 denotes infrared emitting diodes for eyeglasses, and two infrared emitting diodes for eyeglasses are arranged upward with an identical height on the right side (the side closer to the eye) of the dichroic mirror 301. 1060 denotes infrared emitting diodes for the naked eye, and two infrared emitting diodes for the naked eye are arranged upward with an identical height on the light side (the side more distant to the eye) of the dichroic mirror 301 and on the inner side of the mirror. Herein, a half mirror can also be used in place of the dichroic mirror. Herein, since other block functions are identical to those of the prior art, a description thereof is omitted. Effects similar to those of Embodiment 3 can be obtained by the present embodiment, as well.

[0050]

[Effects of the Invention] As has been described above, according to the present invention, it becomes possible to provide an optical system wherein visual line detection never becomes impossible due to an insufficiency in the illumination light amount to an eyeball and visual line detection can be securely carried out.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] A block diagram according to Embodiment 1

[Fig. 2] A block diagram according to Embodiment 2

[Fig. 3] A block diagram according to Embodiment 3

[Fig. 4] A block diagram according to Embodiment 4

[Fig. 5] A diagram for explaining a principle of visual line detection

[Fig. 6] A top view for explaining a principle of visual line detection

[Fig. 7] A plan view for explaining a principle of visual line detection

[Fig. 8] A block diagram according to the prior art

[Fig. 9] A diagram showing an example of the finder screen at the time of visual line switching operation

[Fig. 10] A diagram showing an example of the finder screen at the time of visual line autofocusing operation

[Description of Symbols]

101 Prism

1002 Display element

1006 Visual line detecting means

1060 Infrared emitting diodes for the naked eye

1061 Infrared emitting diodes for eyeglasses

Fig.1

A block diagram according to Embodiment 1

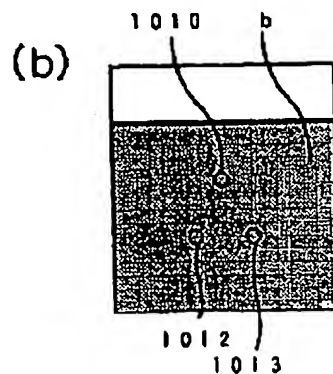
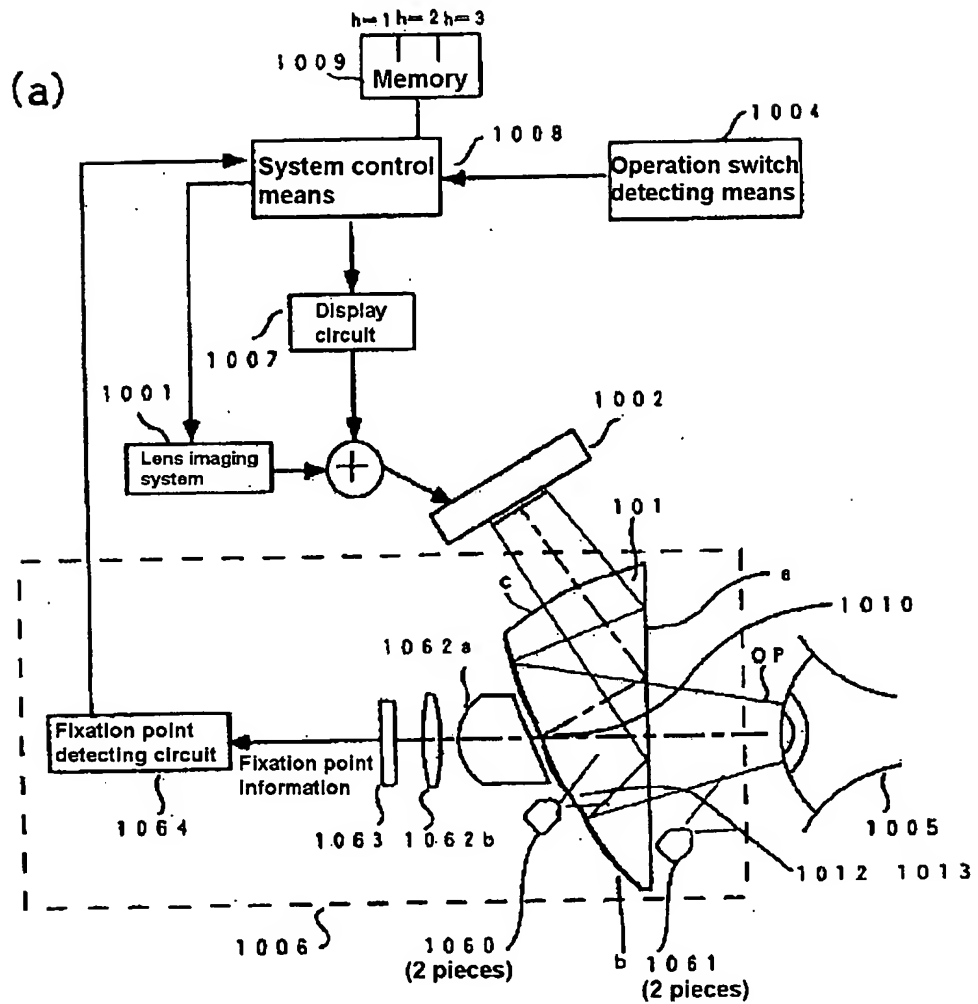


Fig.3

A block diagram according to Embodiment 3

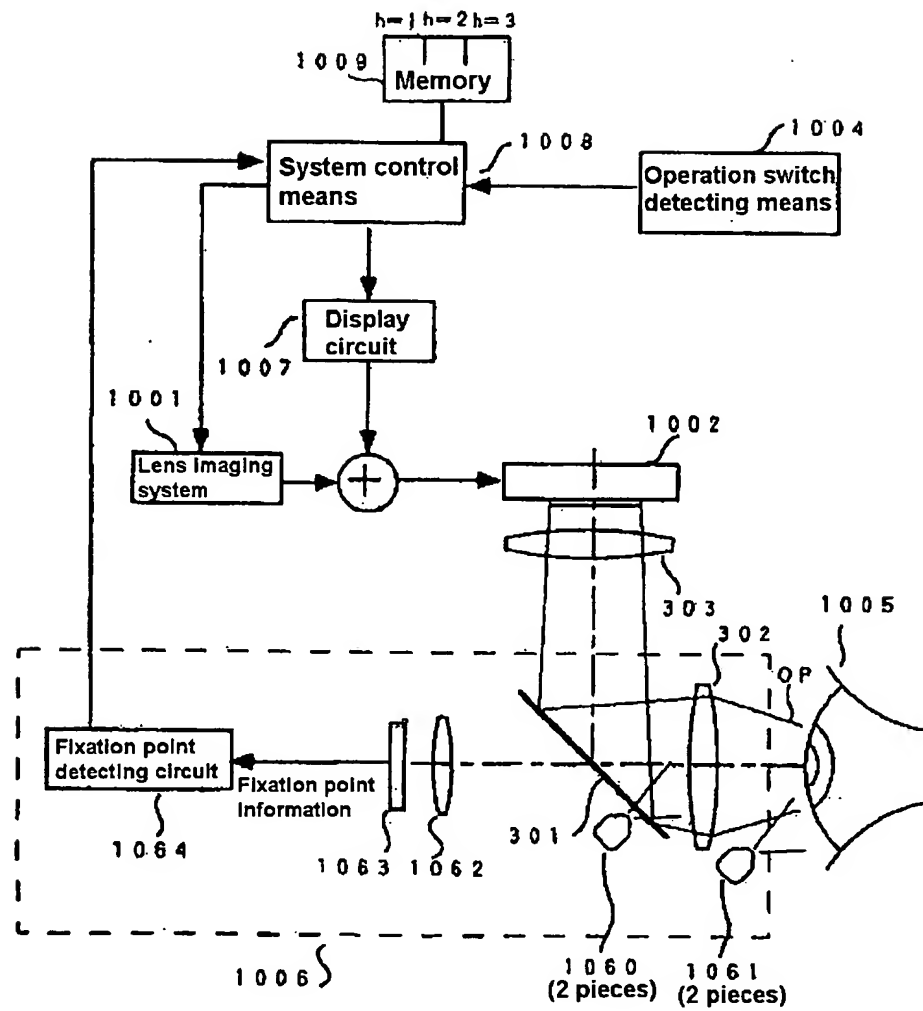


Fig.4

A block diagram according to Embodiment 4

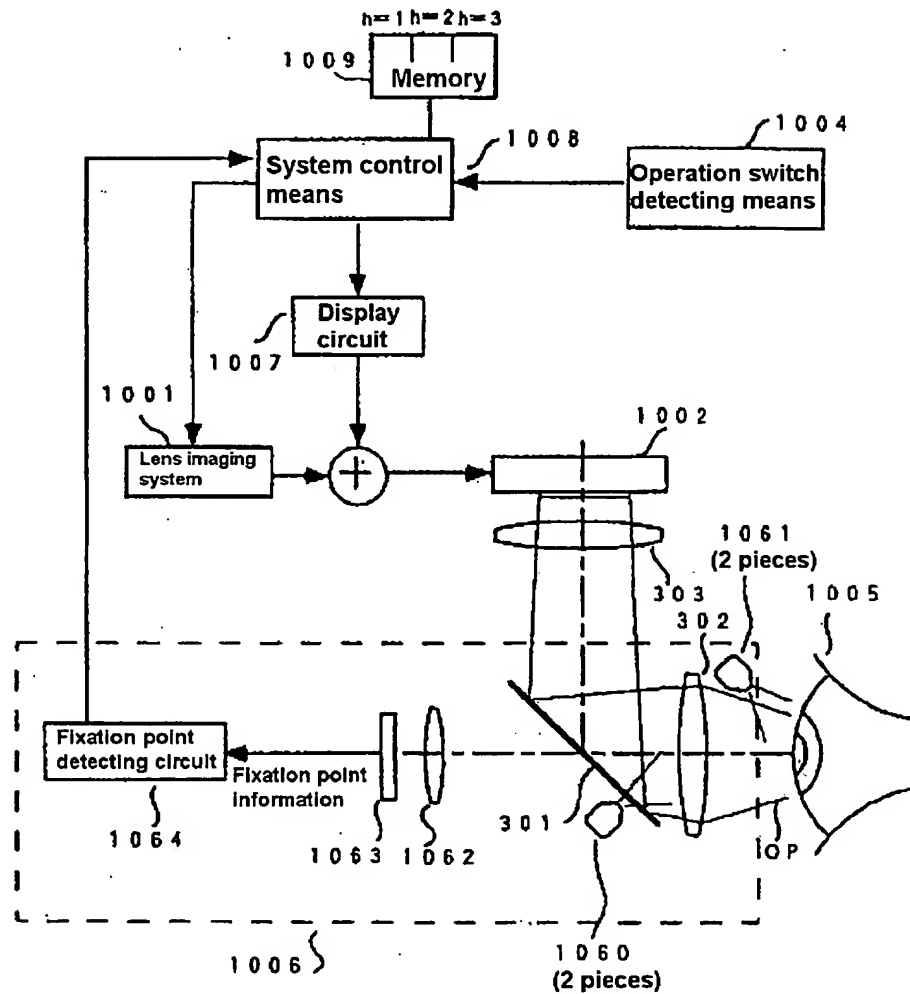
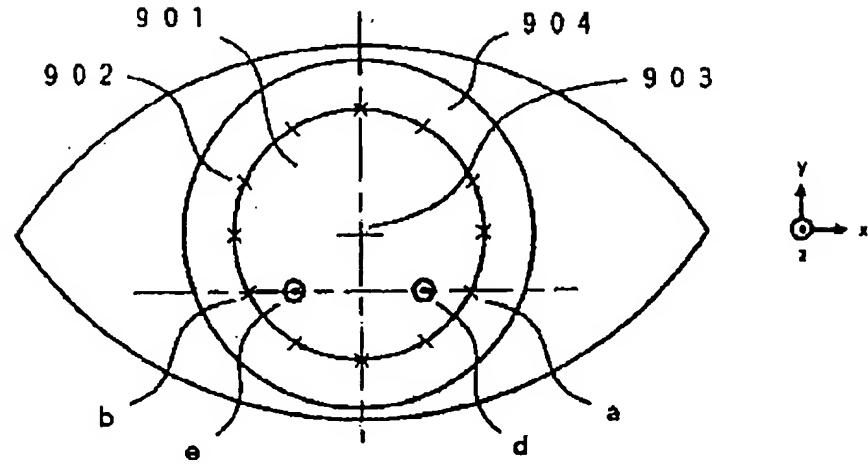


Fig.5

Diagrams for explaining a principle of visual line detection

(a)



(b)

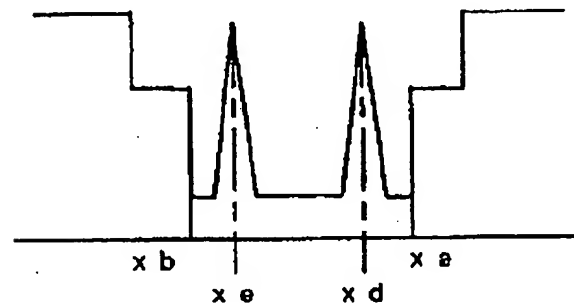


Fig.6

A top view for explaining a principle of visual line detection

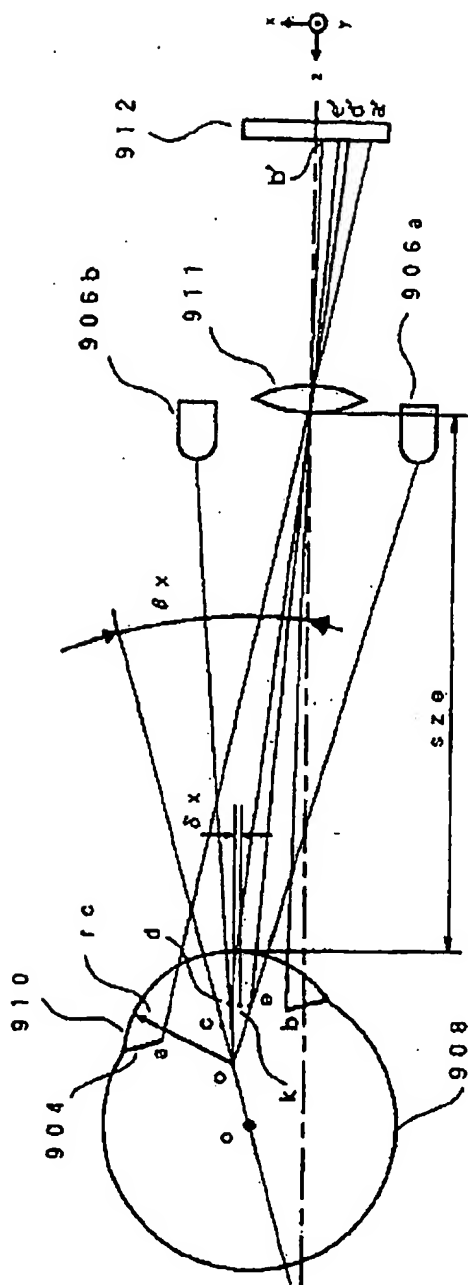


Fig.7

A side view for explaining a principle of visual line detection

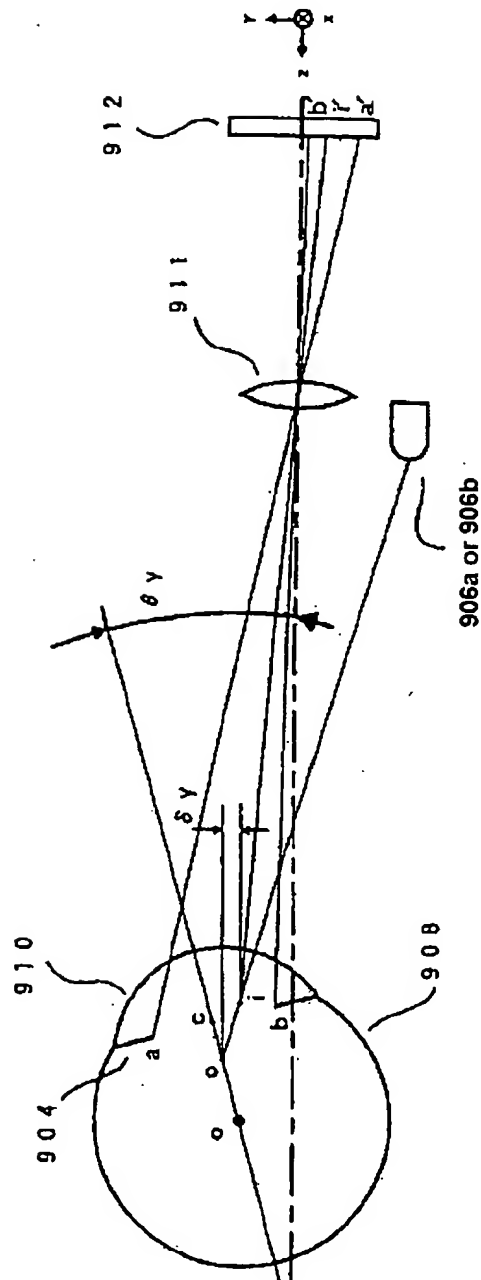


Fig.8

A block diagram according to the prior art

